感潮河川近傍の地下水状態と潮汐の関係

㈱関西土木技術センター　○中村　均史

1.はじめに

構造物の基礎形式を選定する場合の地盤条件としては、土質・地質の成層状態や強度特性による支持層状態と共に、地下水状態を把握する必要がある。

地下水位や流速などの地下水状態は、降雨、気圧変動および潮汐などの外的要因の影響により変化している。調査地は、河口から約2km 上流の河川両岸であるが、当該地付近の河川は潮汐により河川水位が顕著に変動する感潮域であり、河川近傍においても潮汐の影響を受け、地下水状態が変化していると考えられた。

本報告は、河川感潮域における、堤内地の地下水状態の変化を観測した事例を紹介するものである。

2.現地の土質･地質状況

当該地は、兵庫県にある播磨平野のほぼ中心部に位置する。播磨平野を構成する地盤は、加古川、市川、揖保川などの河川が運搬してきた砂礫によって構成されている。これらの砂礫を主体とした地層は、礫の風化度や地層の締りの程度により、上から沖積層・段丘相当層(上部洪積層)・大阪層群に分けられる。[1)]

調査地には、細粒分を多く含む砂礫を主体とした洪積層の上位に、砂礫を主体とした沖積層が分布している。既往調査を含めたボーリング調査結果を基に区分した、本地域の地質構成を表-1および図-1に示す。

表-1　地質構成表

地層名	記号	平均 N値	透水係数 k(m/sec)
盛　　土	B	8	5×10^{-4}
沖積砂質土	As	8	3×10^{-5}
沖積第1砂礫	Ag1	16	1×10^{-5}～1×10^{-3}
沖積第2砂礫	Ag2	38	2×10^{-5}～1×10^{-3}
洪積第1砂礫	Dg1	36	2×10^{-6}
洪積粘性土	Dc	―	―
洪積第2砂礫	Dg2	52	5×10^{-7}

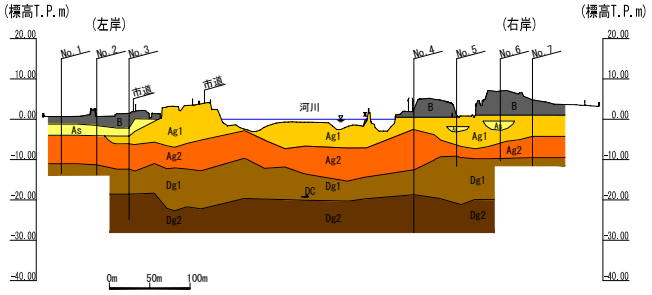

図-1　地質推定断面図

なお、透水係数は、現場透水試験結果および粒度試験結果からの推定値により想定した値である。

3.地下水位状況

(1)地下水位について

図-2にボーリング孔毎の地下水位変動と潮位[2)]および降雨[3)]の関係を示す。これによると、当地の地下水位は、潮汐変動の影響を顕著に受け、周期的に変動しており、海水､河川水および地下水が連続していると判断できる。

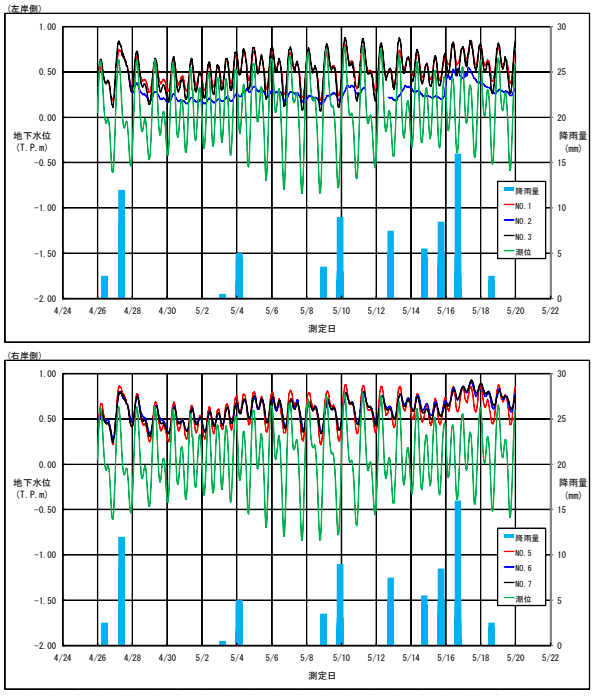

図-2　地下変動と潮位および降雨量の関係

なお、NO.2地点は、孔内が As 層まで砂により埋設したため、潮汐変動の影響が小さく、降雨による変動が顕著に表れている。

(2)地下水流速について

基礎形式の選定条件となる3m/min の地下水流速を基準とするため､測定には孔内微流速測定器(応用地質(株)製)を使用した。

孔内微流速測定は、ボーリング孔内の地下水の流れを流速計により直接測定するものであり、孔内に設置したプロペラの回転数で以下の式より流速が求まる。

流速　V(cm/sec)=7.1×n+0.4[4)]

ここで、n は1sec 当たりの回転数

図-3に深度毎に測定した地下水流速を示す。なお、潮汐変動を加味するため、測定時間は満潮、干潮およびその中間を含めた時間帯とした。

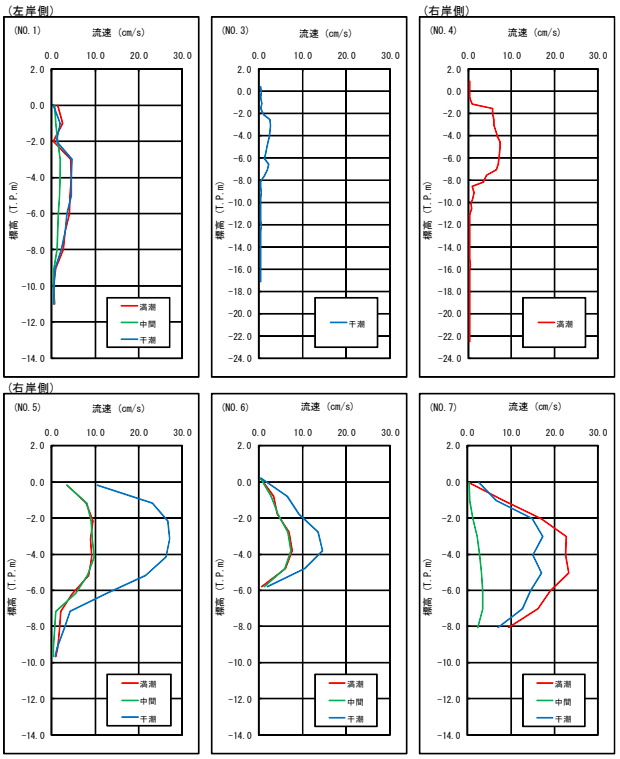

図-3　孔内微流速測定結果

測定の結果、右岸側で3m/min(5cm/sec)を越える地下水流速を観測した。なお、両岸の観測孔とも、標高-10m 以深に分布する、洪積層(Dg1,Dg2)では地下水流速は急激に遅くなる傾向を示した。

図-4および図-5に地下水流速の経時変化を測定するため、測定深度(T.P.-4～5m 付近)を固定して測定した地下水流速を示す。なお、測定時間には満潮、干潮を含むと共に、変動幅による相違を調べるため、大潮期や小潮期などをも極力考慮した。

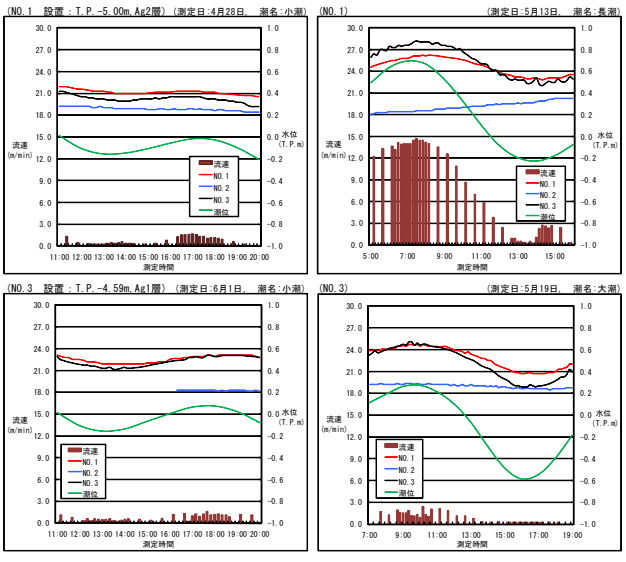

図-4　地下水流速と水位および潮位の関係(左岸側)

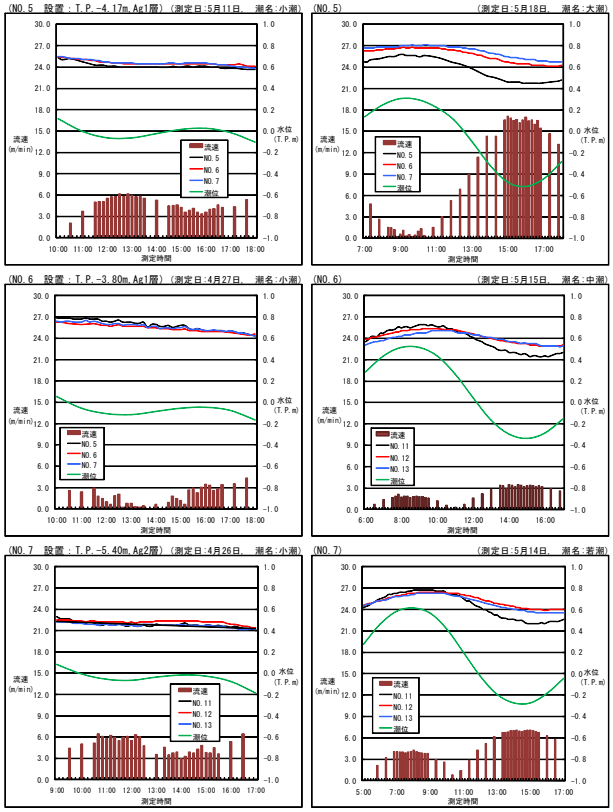

図-5　地下水流速と水位および潮位の関係(右岸側)

測定の結果、全ての観測地点において、潮汐変動に伴い、地下水流速の明瞭な変化が見られた。

なお、左右両岸で、3m/min を超える地下水流速(最大17m/min)を観測したが、左岸側では満潮時に流速が速くなり、右岸側では主に干潮時に流速が速くなる傾向を示した。

4.まとめ

今回の調査により、河川感潮域では、河川より約200m離れた堤内地においても、潮汐変動が地下水位や流速などの地下水状態に、顕著な影響を与えることが判った。

なお、左右両岸で観測した3m/min を超える地下水流速は、ダルシーの法則(V=ki)に従うと、水位差による動水勾配(i)の増加だけでは成立しない。感潮域は、淡水と海水が共存する複雑な場であり、塩水くさびの形成や密度流の発生など、不確定な要因が流速の増加に影響していると考える。

潮汐は時間により変化する現象であるため、感潮河川近傍や沿岸域において、地下水状態を調査する場合には、調査時間と潮汐との関係を十分考慮しておく必要がある。

《引用・参考文献》

1)兵庫県：兵庫県の地質，pp.22，1996.3.
2)気象庁：気象庁ホームページ，気象観測データ
3)海上保安庁：海上保安庁ホームページ，潮汐推算
4)応用地質(株)：微流速計取扱説明書，pp1-2